

Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Компьютерные сети

Лабораторная работа №1

Преподаватель: Маркина Татьяна Анатольевна

Выполнил: Кульбако Артемий Юрьевич P33112

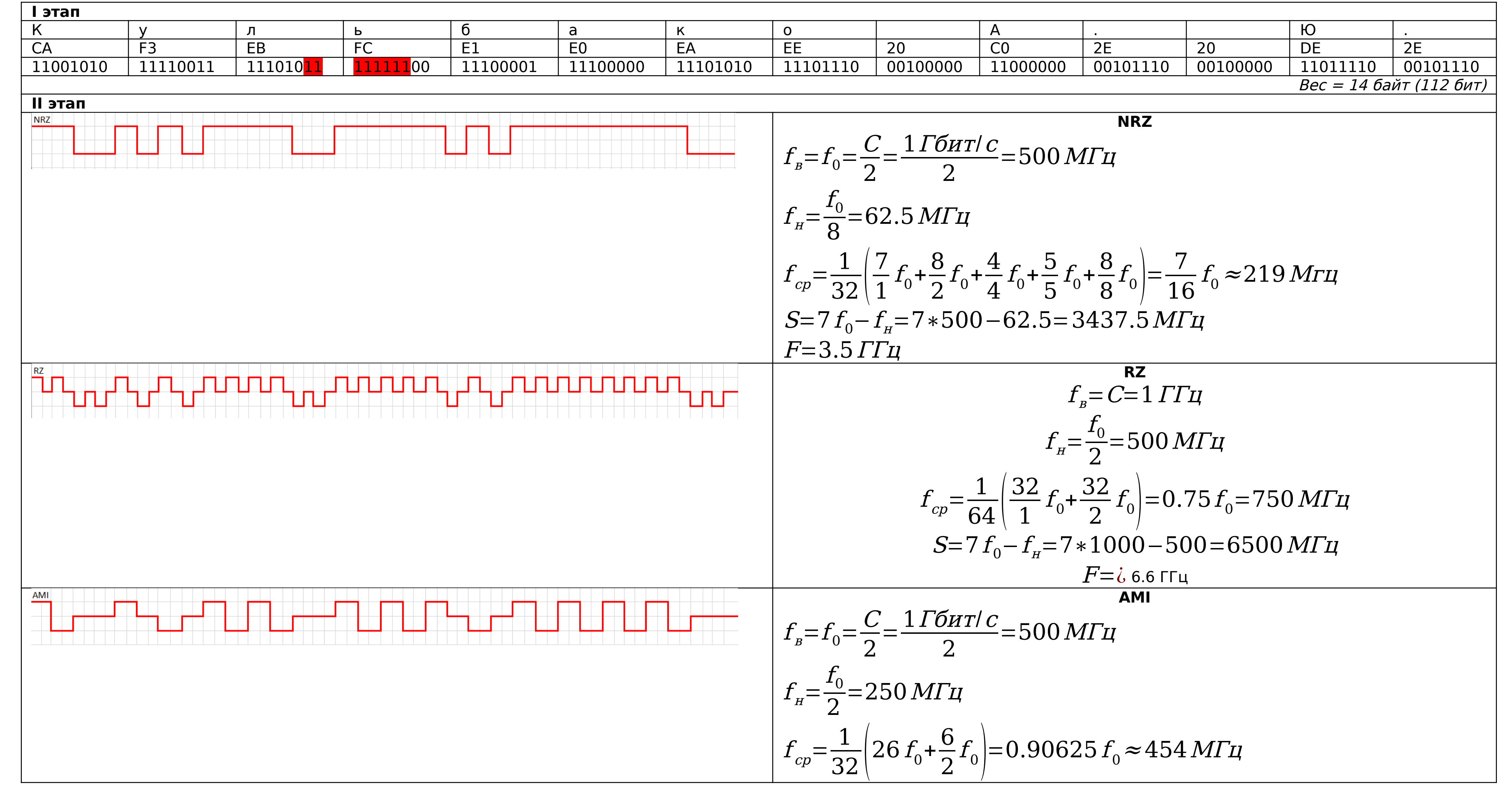
Задание

1. Ознакомиться с постановкой задачи и изучить необходимые теоретические сведения.
2. Сформировать исходное сообщение в соответствии с этапом 1.

Санкт-Петербург
2020

3. Выполнить физическое кодирование исходного сообщения не менее, чем тремя способами, включая, в качестве обязательного, манчестерское кодирование. Рассчитать частотные характеристики передаваемого сигнала для рассматриваемых способов кодирования и определить требуемую для эффективной передачи сообщения пропускную способность канала связи (этап 2).
4. Выполнить логическое кодирование исходного сообщения, используя избыточное кодирование 4B/5B и скремблирование. Рассчитать частотные характеристики передаваемого сигнала для рассматриваемых способов кодирования и определить требуемую для эффективной передачи сообщения пропускную способность канала связи (этапы 3 и 4).
5. Выполнить сравнительный анализ рассмотренных способов кодирования и выбрать наилучший способ для передачи исходного сообщения (этап 5).
6. Оформить отчёт и сдать его на проверку.
7. В назначенное преподавателем время защитить задание.

Выполнение



I этап

К	у	л	ь	б	а	к	о		А	.		Ю	.
CA	F3	EB	FC	E1	E0	EA	EE	20	C0	2E	20	DE	2E
11001010	11110011	11101011	11111100	11100001	11100000	11101010	11101110	00100000	11000000	00101110	00100000	11011110	00101110

Вес = 14 байт (112 бит)

II этап

NRZ

$$f_в=f_0=\frac{C}{2}=\frac{1\,Гбит/с}{2}=500\,МГц$$

$$f_н=\frac{f_0}{8}=62.5\,МГц$$

$$f_{ср}=\frac{1}{32}\left(\frac{7}{1}f_0+\frac{8}{2}f_0+\frac{4}{4}f_0+\frac{5}{5}f_0+\frac{8}{8}f_0\right)=\frac{7}{16}f_0\approx 219\,Мгц$$

$$S=7f_0-f_н=7*500-62.5=3437.5\,МГц$$

$$F=3.5\,ГГц$$

RZ

$$f_в=C=1\,ГГц$$

$$f_н=\frac{f_0}{2}=500\,МГц$$

$$f_{ср}=\frac{1}{64}\left(\frac{32}{1}f_0+\frac{32}{2}f_0\right)=0.75f_0=750\,МГц$$

$$S=7f_0-f_н=7*1000-500=6500\,МГц$$

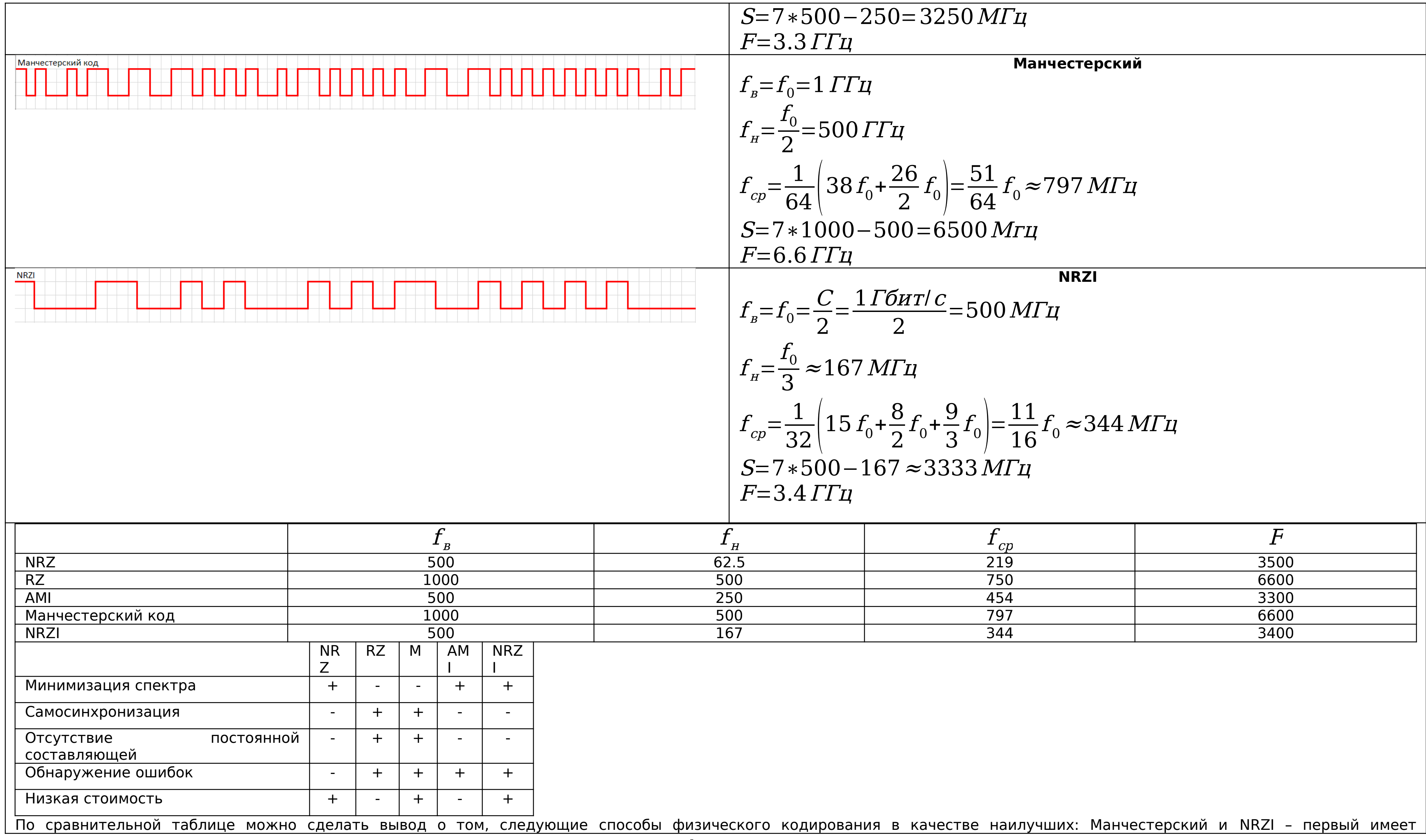
$F=$ ¿ 6.6 ГГц

AMI

$$f_в=f_0=\frac{C}{2}=\frac{1\,Гбит/с}{2}=500\,МГц$$

$$f_н=\frac{f_0}{2}=250\,МГц$$

$$f_{ср}=\frac{1}{32}\left(26f_0+\frac{6}{2}f_0\right)=0.90625f_0\approx 454\,МГц$$



$S = 7*500 - 250 = 3250\, МГц$

$F = 3.3\, ГГц$

Манчестерский

$f_в = f_0 = 1\, ГГц$

$f_н = \frac{f_0}{2} = 500\, ГГц$

$f_{ср} = \frac{1}{64}\left(38 f_0 + \frac{26}{2} f_0\right) = \frac{51}{64} f_0 \approx 797\, МГц$

$S = 7*1000 - 500 = 6500\, Мгц$

$F = 6.6\, ГГц$

NRZI

$f_в = f_0 = \frac{C}{2} = \frac{1\, Гбит/с}{2} = 500\, МГц$

$f_н = \frac{f_0}{3} \approx 167\, МГц$

$f_{ср} = \frac{1}{32}\left(15 f_0 + \frac{8}{2} f_0 + \frac{9}{3} f_0\right) = \frac{11}{16} f_0 \approx 344\, МГц$

$S = 7*500 - 167 \approx 3333\, МГц$

$F = 3.4\, ГГц$

	$f_в$	$f_н$	$f_{ср}$	F
NRZ	500	62.5	219	3500
RZ	1000	500	750	6600
AMI	500	250	454	3300
Манчестерский код	1000	500	797	6600
NRZI	500	167	344	3400

	NRZ	RZ	M	AMI	NRZI
Минимизация спектра	+	-	-	+	+
Самосинхронизация	-	+	+	-	-
Отсутствие постоянной составляющей	-	+	+	-	-
Обнаружение ошибок	-	+	+	+	+
Низкая стоимость	+	-	+	-	+

По сравнительной таблице можно сделать вывод о том, следующие способы физического кодирования в качестве наилучших: Манчестерский и NRZI – первый имеет

самосинхронизацию, постоянная составляющая отсутствует, а стоимость реализации низкая (из серьёзный минусов стоит отметить необходимость реализовывать широкую полосу пропускания). NRZI и RZ имеют одинаковое количество положительных характеристик, но NRZI дешевле, а полоса пропускания не должна быть такой широкой, как у RZ.

III этап

Логическое кодирование применяется для ликвидации длинных последовательностей у AMI, NRZI, MLT-3.

4B/5B

1101010110	1110110101	1110010111	1110111010	1110001001	1110011110	1110010110	1110011100	1010011110	1101011110	1010011100	1010011110	1101111100	1010011100

D5BB5E5FBAE279EE5B9CA7B5EA729EDF29C

Вес = 17.5 байт (140 бит)
Избыточность = 25%

AMI

AMI

$$f_в = f_0 = \frac{C}{2} = \frac{1\,Гбит/с}{2} = 500\,МГц$$

$$f_н = \frac{f_0}{2} = 250\,МГц$$

$$f_{ср} = \frac{1}{32}\left(30\,f_0 + \frac{2}{2}\,f_0\right) = \frac{31}{32}\,f_0 \approx 485\,МГц$$

$$S = 7 * 500 - 485 = 3015\,МГц$$

$$F = 3.1\,ГГц$$

NRZI

NRZI

$$f_в = f_0 = \frac{C}{2} = \frac{1\,Гбит/с}{2} = 500\,МГц$$

$$f_н = \frac{f_0}{3} \approx 167\,МГц$$

$$f_{ср} = \frac{1}{32}\left(13\,f_0 + \frac{16}{2}\,f_0 + \frac{3}{3}\,f_0\right) = \frac{11}{16}\,f_0 \approx 344\,МГц$$

$$S = 7 * 500 - 344 = 3156\,МГц$$

$$F = 3.2\,ГГц$$

Манчестреский

Манчестерский

$$f_в = f_0 = \frac{C}{2} = 1000\,МГц$$

$$f_н = \frac{f_0}{2} = 500\,МГц$$

	$f_{ср}=\frac{1}{64}\left(27f_0+\frac{37}{2}f_0\right)=\frac{91}{128}f_0\approx 711\,МГц$ $S=7*1000-711=6289\,МГц$ $F=6.3\,ГГц$
NRZ $f_в=f_0=\frac{C}{2}=\frac{1\,Гбит/с}{2}=500\,МГц$ $f_н=\frac{f_0}{6}\approx 84\,МГц$ $f_{ср}=\frac{1}{32}\left(16f_0+\frac{6}{2}f_0+\frac{6}{3}f_0+\frac{4}{4}f_0+\frac{6}{6}f_0\right)=\frac{23}{32}f_0\approx 360\,МГц$ $S=7*500-360=3140\,МГц$ $F=3.2\,ГГц$	**RZ** $f_в=f_0=\frac{C}{2}=1000\,МГц$ $f_н=\frac{f_0}{2}=500\,МГц$ $f_{ср}=\frac{1}{64}\left(40f_0+\frac{24}{2}f_0\right)=\frac{13}{16}f_0\approx 813\,МГц$ $S=7*1000-813=6187\,МГц$ $F=6.2\,ГГц$

	$f_в$	$f_н$	$f_{ср}$	F
AMI	500	250	485	3100
NRZI	500	167	344	3200
NRZ	500	84	360	3200
RZ	1000	500	813	6200
Манчестерский	1000	500	711	6300

	NRZ	RZ	M	AMI	NRZI
Минимизация спектра	+	-	-	+	+
Самосинхронизация	-	+	+	-	-
Отсутствие постоянной составляющей	-	+	+	-	-
Обнаружение ошибок	-	+	+	+	+
Низкая стоимость	+	-	+	-	+

Лучше всего себя показали Манчестерский и NRZI коды, аналогично случаю, где логическое кодирование отсутствовало.

IV этап

Скремблирование (Bi = Ai⊕Bi-3⊕Bi-5)

$B1=A1=1$	$B9=A9\oplus B6\oplus B4=1$	$B17=A17\oplus B14\oplus B12=0$	$B25=A25\oplus B22\oplus B20=1$
$B2=A1=1$	$B10=A10\oplus B7\oplus B5=1$	$B18=A18\oplus B15\oplus B13=0$	$B26=A26\oplus B23\oplus B21=1$
$B3=A3=0$	$B11=A11\oplus B8\oplus B6=1$	$B19=A19\oplus B16\oplus B14=0$	$B27=A27\oplus B24\oplus B22=0$
$B4=A4\oplus B1=1$	$B12=A12\oplus B9\oplus B7=1$	$B20=A20\oplus B17\oplus B15=0$	$B28=A28\oplus B25\oplus B23=1$
$B5=A5\oplus B2=0$	$B13=A13\oplus B10\oplus B8=1$	$B21=A21\oplus B18\oplus B16=1$	$B29=A29\oplus B26\oplus B24=1$
$B6=A6\oplus B3\oplus B1=1$	$B14=A14\oplus B11\oplus B9=0$	$B22=A22\oplus B19\oplus B17=0$	$B30=A30\oplus B27\oplus B25=1$
$B7=A7\oplus B4\oplus B2=0$	$B15=A15\oplus B12\oplus B10=1$	$B23=A23\oplus B20\oplus B18=0$	$B31=A31\oplus B28\oplus B26=0$

$B8=A8 \oplus B5 \oplus B3=1$	$B16=A16 \oplus B13 \oplus B11=0$	$B24=A24 \oplus B21 \oplus B19=1$	$B32=A32 \oplus B29 \oplus B27=0$

11010101 11111010 00001001 11011100 10011010 11010011 11110000 11100100 10010101 11011110 00101010 10010101 11000011 00011010

D5FA09DC9AD3F0E495DE2A95C31A

Скремблирование (Bi = Ai ⊕Bi-5 ⊕Bi-7)

$B1=A1=1$	$B9=A9 \oplus B4 \oplus B2=0$	$B17=A17 \oplus B12 \oplus B10=1$	$B25=A25 \oplus B20 \oplus B18=0$
$B2=A1=1$	$B10=A10 \oplus B5 \oplus B3=0$	$B18=A18 \oplus B13 \oplus B11=0$	$B26=A26 \oplus B21 \oplus B19=1$
$B3=A3=0$	$B11=A11 \oplus B6 \oplus B4=1$	$B19=A19 \oplus B14 \oplus B12=0$	$B27=A27 \oplus B22 \oplus B20=1$
$B4=A4=1$	$B12=A12 \oplus B7 \oplus B5=1$	$B20=A20 \oplus B15 \oplus B13=1$	$B28=A28 \oplus B23 \oplus B21=1$
$B5=A5=1$	$B13=A13 \oplus B8 \oplus B6=0$	$B21=A21 \oplus B16 \oplus B14=0$	$B29=A29 \oplus B24 \oplus B22=0$
$B6=A6 \oplus B1=1$	$B14=A14 \oplus B9 \oplus B7=0$	$B22=A22 \oplus B17 \oplus B15=0$	$B30=A30 \oplus B25 \oplus B23=1$
$B7=A7 \oplus B2=0$	$B15=A15 \oplus B10 \oplus B8=0$	$B23=A23 \oplus B18 \oplus B16=1$	$B31=A31 \oplus B26 \oplus B24=0$
$B8=A8 \oplus B3 \oplus B1=1$	$B16=A16 \oplus B11 \oplus B9=1$	$B24=A24 \oplus B19 \oplus B17=1$	$B32=A32 \oplus B27 \oplus B25=0$

11011101 00110001 10010011 01110100 11111111 00101100 00101100 01101100 10001101 10000111 10101111 00001101 10011001 01100011

DD319374FF2C2C6C8D87AF0D9963

Вес = 14 байт (112 бит)

Выберем первый полином, т.к. в нём максимальная длина последовательности меньше.

AMI

AMI

$$f_в=f_0=\frac{C}{2}=\frac{1\,Гбит/c}{2}=500\,МГц$$

$$f_н=\frac{f_0}{5}=100\,МГц$$

$$f_{ср}=\frac{1}{32}\left(23\,f_0+\frac{4}{2}\,f_0+\frac{5}{5}\,f_0\right)=\frac{13}{16}\,f_0\approx 407\,МГц$$

$$S=7*500-407=3093\,МГц$$

$$F=3.1\,ГГц$$

NRZI

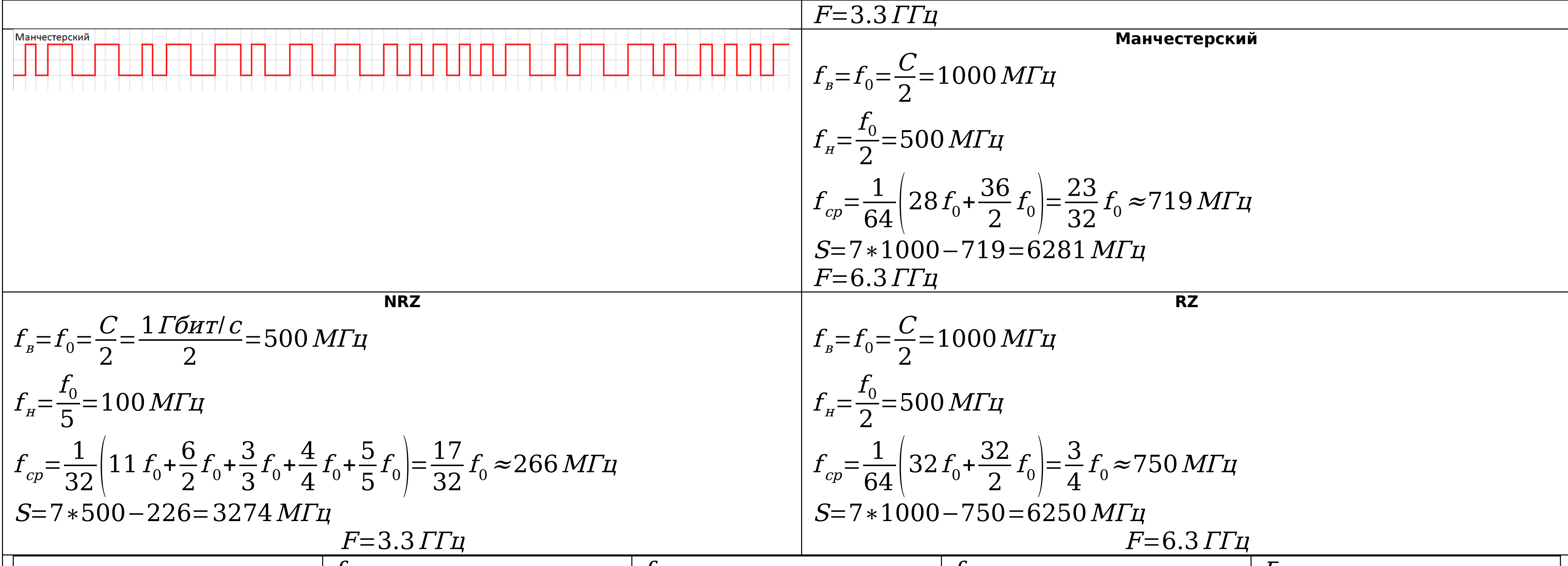
NRZI

$$f_в=f_0=\frac{C}{2}=\frac{1\,Гбит/c}{2}=500\,МГц$$

$$f_н=\frac{f_0}{6}\approx 84\,МГц$$

$$f_{ср}=\frac{1}{32}\left(10\,f_0+\frac{2}{2}\,f_0+\frac{3}{3}\,f_0+\frac{6}{6}\,f_0\right)=\frac{13}{32}\,f_0\approx 204\,МГц$$

$$S=7*500-204=3296\,МГц$$



$F=3.3\,ГГц$

Манчестерский

$$f_в=f_0=\frac{C}{2}=1000\,МГц$$

$$f_н=\frac{f_0}{2}=500\,МГц$$

$$f_{ср}=\frac{1}{64}\left(28\,f_0+\frac{36}{2}\,f_0\right)=\frac{23}{32}\,f_0\approx 719\,МГц$$

$$S=7*1000-719=6281\,МГц$$

$$F=6.3\,ГГц$$

NRZ

$$f_в=f_0=\frac{C}{2}=\frac{1\,Гбит/с}{2}=500\,МГц$$

$$f_н=\frac{f_0}{5}=100\,МГц$$

$$f_{ср}=\frac{1}{32}\left(11\,f_0+\frac{6}{2}f_0+\frac{3}{3}f_0+\frac{4}{4}f_0+\frac{5}{5}f_0\right)=\frac{17}{32}\,f_0\approx 266\,МГц$$

$$S=7*500-226=3274\,МГц$$

$$F=3.3\,ГГц$$

RZ

$$f_в=f_0=\frac{C}{2}=1000\,МГц$$

$$f_н=\frac{f_0}{2}=500\,МГц$$

$$f_{ср}=\frac{1}{64}\left(32\,f_0+\frac{32}{2}\,f_0\right)=\frac{3}{4}\,f_0\approx 750\,МГц$$

$$S=7*1000-750=6250\,МГц$$

$$F=6.3\,ГГц$$

	$f_в$	$f_н$	$f_{ср}$	F
AMI	500	100	407	3100
NRZI	500	84	204	3300
NRZ	500	100	266	3300
RZ	1000	500	750	6300
Манчестерский	1000	500	719	6300

	NRZ	RZ	M	AMI	NRZI
Минимизация спектра	+	-	-	+	+
Самосинхронизация	-	+	+	-	-
Отсутствие постоянной составляющей	-	+	+	-	-
Обнаружение ошибок	-	+	+	+	+
Низкая стоимость	+	-	+	-	+

Манчестерский код и NRZI снова показывают лучший результат.

Вывод:

По сводным таблицам можно сделать вывод, что для передачи исходного сообщения лучше всего подойдёт Манчестерский (тот факт, что его используют в сетях Ethernet, крайней популярных, подтверждает, что мой выбор верный).

Список использованной литературы

Т. И. Алиев, В. В. Соснин, Д. Н. Шинкарук – Компьютерные сети и телекоммуникации: задания и тесты – СПБ: СПБГУ ИТМО, 2018. – 112 с.

Т. И. Алиев – Сети ЭВМ и телекоммуникации – СПБ: СПБГУ ИТМО, 2011 – 400 с.